

# ELECTRIC CONTACT AND BREAKER USING THE SAME

**Patent number:** JP2003217375  
**Publication date:** 2003-07-31  
**Inventor:** UENISHI NOBORU; KOMA NORITO  
**Applicant:** SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES  
**Classification:**  
- **international:** H01H1/023; H01H1/0237; H01H73/04; H01H1/02; H01H73/00; (IPC 1-7): H01H1/02; C22C5/06; H01H1/04; H01H73/04  
- **europaen:** H01H1/023; H01H1/0237B  
**Application number:** JP20020011121 20020121  
**Priority number(s):** JP20020011121 20020121

## Also published as:

EP1475814 (A1)  
WO03063191 (A1)  
US6974923 (B2)  
US2005115812 (A1)  
CN1620706 (A)

Report a data error here

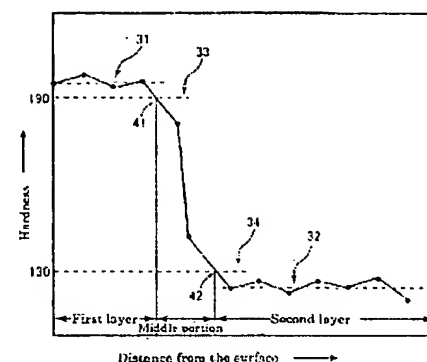
### Abstract of JP2003217375

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an excellent electric contact of Cd free Ag alloy applicable to a breaker.

**SOLUTION:** This electric contact is composed of Ag alloy containing 1-9 wt.% of Sn and In, and has a first layer of a surface part and a second layer on inner part. Hardness of the first layer and the second layer are 190 or more, and 130 or less respectively in micro Vickers standard regulated in JIS, and the thickness of the first layer is in a range of 10-360 [mu]m. The electric contact is superior especially in welding resistance property and temperature characteristics.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

FIG. 2



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-217375

(P 2003-217375 A)

(43) 公開日 平成15年7月31日 (2003. 7. 31)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 H	1/02	H 0 1 H	1/02 A 5G030
C 2 2 C	5/06	C 2 2 C	5/06 C 5G050
H 0 1 H	1/04	H 0 1 H	1/04 B
	73/04		73/04

審査請求 未請求 請求項の数 7

O L

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願2002-11121 (P2002-11121)

(22) 出願日 平成14年1月21日 (2002. 1. 21)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 上西 昇

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 胡間 紀人

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100102691

弁理士 中野 稔 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気接点およびそれを用いたブレーカー

(57) 【要約】

【課題】 C d フリーの A g 合金にてブレーカーに適用できる優れた電気接点を提供する。

【解決手段】 S n および I n をともに 1 ～ 9 質量% 含む化学組成の A g 合金からなり、表面部の第一層と内部の第二層とを有し、第一層および第二層の硬度が、J I S に規定されるマイクロビッカース基準で、それぞれ 1 9 0 以上、1 3 0 以下であり、第一層の厚みが、1 0 ～ 3 6 0 μ m の範囲内にあり、特に耐溶着特性に加え、温度特性にも優れた電気接点。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 Sn および In をともに 1～9 質量% 含む化学組成の Ag 合金からなり、表面部の第一層と内部の第二層とを有し、第一層および第二層の硬度が、JIS に規定されるマイクロビッカース基準で、それぞれ 190 以上、130 以下であり、第一層の厚みが、10～360  $\mu\text{m}$  の範囲内にある電気接点。

【請求項 2】 前記 Ag 合金が、Sn、In に加え、さらに Sb、Ca、Bi、Ni、Co、Zn または Pb の群から選ばれた少なくとも 1 種の元素を含む請求項 1 に記載の電気接点。

【請求項 3】 前記化学組成が、第一層と第二層で同一である請求項 1 または 2 に記載の電気接点。

【請求項 4】 前記第一層中の Sn の含有量が、第二層のそれと同じか、またはそれより多い請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の電気接点。

【請求項 5】 前記第一層の厚みが、30～120  $\mu\text{m}$  の範囲内にある請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の電気接点。

【請求項 6】 前記第一層の硬度が、前記基準で 240 以上である請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の電気接点。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の電気接点を用いたブレーカー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、主として配線遮断器、ノーヒューズブレーカー、漏電遮断器、サーキットブレーカー、安全ブレーカーなど、分電盤に用いられるブレーカー（以下本発明では、これらをまとめて単にブレーカーと言う。）に有用な電気接点およびそれを用いたブレーカーに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ブレーカー用の電気接点の材料には、従来から Cd、Sn、In などの酸化物が分散された Ag 合金が広く使われてきた。特に Cd 酸化物が分散されたものは、この種の電気接点に好適であり、ブレーカーに広く使われてきた。しかしながら Cd 化合物には毒性の問題がある。このためこれに代わる電気接点の材料として Sn、In などの酸化物が分散された、いわゆる Cd フリーの Ag 合金の開発が、近年になって強く望まれるようになり、数多くの材料が開発され、数多くの電気機器に使われるようになっていく。

【0003】 Cd フリーの Ag 合金からなる電気接点は、温度特性が重視される比較的低負荷の電気機器や接触抵抗を問題とするコンタクターのような軽負荷の機器には適している。しかしながら定格電流が 10 A 以上を要求されるブレーカー用の電気接点として用いる場合には、Cd 入りのものに比べその性能が劣っているのが現状である。例えば本発明の主たる対象である定格電流が

10 A 以上、遮断電流 1.5 kA 以上のブレーカーの多くが現在でも Cd を 10 質量% 以上含有した電気接点を使っており、他方 Cd フリーの Ag 合金からなる電気接点は、主にマグネットスイッチやリレーなどに通常使われている。

【0004】 ブレーカー用電気接点に要求される特性には、(1) 耐溶着特性、(2) 初期段階での温度特性、(3) 過負荷試験後の温度特性、(4) 耐久試験後の温度特性、(5) 遮断試験後の絶縁特性、(6) 耐消耗特性などが挙げられる。これらの特性を同じ化学組成・微細組織の単一材料で確認すると、例えば (1) と (2) のようにトレードオフの関係にある特性がある。したがって一つの材料からなる電気接点を用いる場合には、トレードオフの関係にある一方の要求特性を犠牲にする必要がある。Cd フリーの Ag 合金からなる電気接点、ブレーカー向けの Cd 入り電気接点にとって変わるためにレベルアップしなければならない特性の第一は、耐溶着特性であり、第二は、同じ材料ではこれとトレードオフの関係にある温度特性である。またブレーカーは、比較的高い定格電流・遮断容量の領域で安定して使えることが重要であり、耐消耗特性や遮断特性についてもある程度のレベルまで上げる必要がある。そこでトレードオフの関係にある一方の特性に秀でた別の材料と組み合わせることと複合化し、複合接点とする試みがなされてきた。その中から本発明に比較的近い従来技術について以下に述べる。

【0005】 例えば特開昭 58-189913 号および特開昭 62-97213 号の両公報には、複合化の例が載っている。これらに記載された電気接点は、表面層に耐消耗特性と耐溶着特性に優れた材料が、内層に遮断特性に優れた材料が、それぞれ配置されたものであり、いずれの発明の電気接点も表面層に Ag-Sn-In 系合金を、また実質的には内層に純 Ag や Ag 含有量の多い高電導性の材料をそれぞれ配置し、アーク切れを良くするように工夫したものである。

【0006】 前者は、短絡時のアーク遮断に備え内層に比べ表面層をかなり厚目（内層が 300 ないし 1200  $\mu\text{m}$  程度であるのに対し、表面層が 100～300  $\mu\text{m}$  程度）にするとともに、表面層が消耗した場合を考えて内層との境界に凹凸状の継ぎ目を作り、アークによって継ぎ目より上の表面層が消損した後にも表面層の一部が残り、継続して使えるように工夫したものである。一方後者は、表面層が前者に比べ少し薄目（10～200  $\mu\text{m}$ ）であるが、短絡時のアーク遮断に備え表面層に分散される酸化物の量を多くして（例えば表面層が Sn と In の酸化物が分散された Ag 合金の場合、酸化物の総量は 10 質量% 以上）、その硬度を高めている。これらの電気接点は、内層に Ag や Ag 量の多い合金を使っているので、確かに遮断時のアーク切れ時間は短いと思われるが、6 kA 以上の大電流を遮断するブレーカー用の接

点に使う場合、大きなアークが発生し表面層が消損した直後に溶着事故の発生が懸念される。また上下の Ag 合金素材の合わせ面に凹凸を入れ、嵌め合わせる作業は生産性が悪く経済的ではない。

【0007】また特開昭 61-114417 号公報には、Sn および In を含む Ag 合金からなり、表面層の Sn や In の酸化物、特に Sn の酸化物の量が、内層のそれよりも少ない複合電気接点が開示されている。したがってこの接点は、内層よりも低硬度の表面層からなるため、ブレーカー用の接点として用いた場合、表面層の耐消耗特性が低くなり溶着事故が発生し易くなる。さらに特開平 10-188710 号公報には、別の二層構造の複合電気接点が紹介されている。この発明の電気接点は、定格電流が 100 A 以下のブレーカーを対象としたものである。二つの層は、主に耐溶着特性に優れた外周層と、主に温度特性に優れた中央層とで構成されるが、両層とも主として Cd、Sn および Ni の酸化物が分散された Ag 合金からなる。この接点では両層の硬度と接点表面部での両層の面積比率とを制御することによって、主に耐溶着特性と温度特性とが適正レベルに調整される。なおこの電気接点の外周層の硬度はマイクロビッカース基準で 135 以上、内層のそれは 135 未満である。この発明によって、定格電流 100 A 以下のブレーカーに適した電気接点を提供される。しかしこの接点は、多量の Cd を含むため毒性の問題がある。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、毒性に問題の無い Cd フリーの Ag 合金からなり、トレードオフの関係にある耐溶着特性と温度特性とが適正に制御された電気接点、特に定格電流 10 A 以上、遮断電流 1.5 kA 以上のブレーカーに有用な電気接点および同接点を用いたブレーカーを提供することである。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、Sn および In をともに 1～9 質量%含む化学組成の Ag 合金からなり、表面部の第一層と内部の第二層とを有し、第一層および第二層の硬度が、JIS に規定されるマイクロビッカース基準で、それぞれ 190 以上、130 以下であり、第一層の厚みが、10～360 μm の範囲内にある電気接点である。さらに本発明は、この電気接点を用いたブレーカーである。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】本発明の電気接点は、Sn および In をともに 1～9 質量%含む化学組成を有し、残部は Ag および不可避免的不純物からなる。なお通常これらの成分は、Ag マトリックス中に化合物、特に酸化物の形態で分散される。Sn の含有量を 1～9 質量%とするのは、1 質量%未満では接点の耐溶着特性が劣化し、9 質量%を超えると接点の温度特性が低下するからである。

好ましくは 2～7 質量%である。また In の含有量を

1～9 質量%とするのは、この範囲外の含有量の場合には接点の温度特性が低下するからであり、さらに 9 質量%を超えると、Sn の含有量にもよるが、耐溶着特性が劣化するからである。好ましくは 3～7 質量%である。

【0011】第一層の硬度（通常 5 g 荷重負荷）をマイクロビッカース基準で 190 以上にするのは、このレベル未満になると、耐溶着特性や温度特性が低下するからであり、第二層の硬度をマイクロビッカース基準で 130 以下にするのは、このレベルを超えると、接点が脆弱化して耐消耗特性が低下するからである。第一層の硬度は 240 以上、第二層のそれは 120 以下であるのが望ましい。なお本発明での硬度は、接点の表面に垂直な断面上の第一層および第二層それぞれの域内の任意の地点で JIS に規定されたマイクロビッカース基準にて確認したものである。本発明の電気接点では第一層、第二層それぞれの層内に硬度分布があっても構わず、上記基準で確認される各層内の任意の地点で上記臨界値をクリアしておればよい。

【0012】本発明の電気接点には、通常第一層から第二層にかけての境目に硬度落差（マイクロビッカース基準で 60 以上）があり、この境目には両層の中間の硬度を有する（すなわちその硬度が、第一層の下限硬度未満かつ第二層の上限硬度を超える範囲内にある）領域（以下中間部とも言う。）がある。この領域の厚みは、主に製造時の Ag 合金段階で合金成分の層間熱拡散の進展や加工歪みの入り具合がどの程度であるかによって変わる。さらに本発明の電気接点では、請求項 1 の構成の範囲内であれば、両層の境目においても上記のような大きな硬度落差が無く、表面から厚み方向に順次連続的または段階的に低下するものであってもよい。このような傾斜機能的な組織は、例えば化学組成の異なる Ag 合金素材を三層以上積層圧着したり、Ag 合金段階での熱処理条件を制御したりすることによって得ることができる。

【0013】第一層の厚みは、10～360 μm とする。下限未満では耐溶着特性や温度特性が低下し、上限を超えると接点が脆弱化して耐消耗特性と温度特性が低下するからである。好ましくは 30～120 μm である。また上記のように本発明の電気接点には中間部のあるものも含まれるが、その場合の同部の厚みは 200 μm 以下であるのが望ましい。200 μm を超えると接点の耐消耗特性ならびに温度特性が低下し易くなる。好ましくは 100 μm 以下である。

【0014】第一層の厚みと中間部の厚みは、接点の中心を通り表面に垂直な断面試片を使い以下のようにして確認する。まず表面付近で試片面上で表面に水平な方向に等間隔に 5 個所の起点を設定する。次いでこれら各々の起点から表面に垂直な（厚み）方向に表面から順次ほぼ等間隔に硬度を確認し、5 本の硬度曲線（実際は折れ線グラフ）を描く。図 2 は本発明の第一層・中間部の厚

みと第一層・第二層の硬度の定義とその求め方を説明するための模式図である。なお説明を簡明にするため図には5本の内の1本のみを描いている。図において縦軸はJISのビッカース基準で表される硬度を、横軸は表面からの距離をそれぞれ表している。黒丸の点は実測データであり、実線で結ばれている。破線で表された水平線の内31と32は、それぞれ第一層、第二層の硬度実測データの算術平均値レベルを示す線である。33と34は、それぞれ硬度レベル190、130を示す水平線であり、41と42は、硬度曲線とこれら水平線との交点である。本発明の接点の実測硬度は、第一層内は全て190以上であり、第二層内では全て130以下である。第一層が薄い場合硬度実測地点が1点だけの場合は、その硬度を便宜上第一層の硬度とする。なお第二層の平均硬度を算出する際に使う硬度データは、同層内の希薄層（光学顕微鏡で観察される接点中央部付近の酸化物粒子の少ない部分）を除いた部分のものを使う。本発明の第一層の厚みとは、表面から交点41までの水平距離、中間部の厚みは、交点41と42の間の水平距離とする。なお中間部の厚みが極めて薄く地点データが一つの場合もあるが、その場合には便宜的に中間層は、無いものとみなす。接点試片の第一層・中間部の厚みは、5本の硬度曲線から、以上の手順でそれぞれの第一層と中間部の厚みデータを採り、得られた5個のデータを算術平均して求める。後述の実施例の厚みデータは、この算術平均値である。接点試片の第一層・第二層の硬度は、5本の硬度曲線から、以上の手順でそれぞれの第一層の最小実測値と第二層の最大実測値を採り、得られた5個のデータを算術平均して求める。実施例の表の平均硬度は、この算術平均値である。

【0015】なお前述のように厚み方向に傾斜機能的に硬度が連続変化する場合には、以下のような基準で便宜的に決める。第一層の厚みは、表面からマイクロビッカース基準の硬度が190となる地点までの距離、中間部の厚みは、この地点から硬度が130となる地点までの距離とする。

【0016】本発明の電気接点には、上記の基本成分に加え、さらにSb、Ca、Bi、Ni、Co、ZnまたはPbの群から選ばれた少なくとも1種の元素が、従成分として含まれていてもよい。通常これらの成分の大部分は、Agマトリックス中に化合物、特に酸化物の形態で分散される。ただし個々の成分によって望ましい分散量範囲が異なる。例えばいずれも元素換算された質量%単位で0.05~2 (Sb)、0.03~0.3 (Ca)、0.01~1 (Bi)、0.02~1.5 (Ni)、0.02~0.5 (Co)、0.02~8.5 (Zn)、0.05~5 (Pb)である。なお括弧内は対象元素である。以上の各成分種において、その量が上記の範囲外になると、ブレーカーの種類によっては温度特性が低下することがあり、特に上限を超えるとブレー

カーの種類によっては同時に耐溶着特性も低下することがある。

【0017】通常は以上の従成分が接点の性能に若干影響を及ぼすが、これ以外の成分としては、例えば以下のものが挙げられる。これらはいずれも本発明の目的の範囲内で微量含まれても構わない。なお成分によって望ましい含有量が異なるが、括弧内数値の内元素記号で表示されたものは、元素換算された質量%単位で、分子式で表示のものは、同分子換算された質量%単位で表したその許容上限値である。Ce、Li、Cr、Li、Sr、Ti、Te、Mn、AlF<sub>3</sub>、CrF<sub>3</sub>およびCaF<sub>2</sub> (5)、GeおよびGa (3)、Si (0.5)、FeおよびMg (0.1)。

【0018】本発明者らは、電気接点に必要な前記したいくつかの要求特性を満たす材料を探索してきた結果、以上のような基本構成によれば、Cdフリーの材料で従来実現し得なかった優れた耐溶着特性と温度特性とを兼ね備えた電気接点材料が提供可能であることを見出した。

【0019】本発明には上記の基本構成の範囲内にあり、第一層と第二層とが同じ化学組成であるものも含まれる。両層が同じ化学組成で硬度レベルが異なるのは、後述の手段によってそれぞれの微細組織が制御されているからである。

【0020】また本発明には上記の基本構成の範囲内にあり、しかも第一層中のSnの含有量が第二層のそれと同じか、またはそれより多いものも含まれる。これによって第二層の硬度よりも第一層のそれの方が、ほぼ確実に高くなる。したがって本発明の前記目的により適したものが得られる。

【0021】なお本発明の電気接点は、ブレーカーに組み込むため台金などの他の部材と接続する必要がある。したがって第二層の第一層とは反対側の面に他の部材との接続を容易にするため、純Ag、ろう材などの金属からなる薄い接続層を設けてもよい。なおこの層は、通常この種の目的で配設される金属層と同じような形態であればよい。

【0022】次に本発明の電気接点の製造方法について説明する。本発明の複合接点は、従来から行われてきたこの種のAg合金と基本的にはほぼ同じ手順で作られる。例えば溶解・鋳造法では以下の手順がある。まず第一層および第二層それぞれの化学組成となるように溶解・鋳造されたインゴットを作り、これらを粗く圧延した後、二種の圧延材を熱間圧着する。その際またはその後必要により上記した純Agなどの薄い接続層を圧着する。これをさらに圧延して所定の厚みのフープ状にした後、同フープを打ち抜き、またはさらに成形し、最終形状に近いサイズのAg合金素材とし、さらにこの素材を内部酸化してSn、Inなどの金属成分を酸化物に転換する。なお溶解・鋳造に先立ち成分元素の酸化物以外の

化合物を含ませることもできる。また必要に応じて、圧延以降に適宜熱処理や形状を調整する工程などを入れる。この場合、熱処理条件の工夫によって各層の微細組織を意識的に制御して材料特性やそのレベルなどを変えることもできる。

【0023】粉末冶金法で作ることもできる。例えば予めSnやInなどの微細な酸化物他の化合物、または加熱によって酸化物他の新たな化合物になるこれらの元素の化合物とAgの粉末とを二種の所定組成にて配合・混合した後、必要によりこれを熱処理する。得られた二種の粉末を型内に積層・充填して圧縮成形しプリフォームとする。このプリフォームには熱間押し出し、熱間・冷間ロール圧延、熱間鍛造など各種の塑性加工が適用できる。さらに上記した鑄造法同様、必要に応じて圧延以降に熱処理や形状を調整する工程などを入れる。熱処理条件の工夫によって各層の所望の特性制御が可能になる。

【0024】また第二層の素材を上記に準じた手順で作成した後、第一層は、溶射、CVDなどによる厚膜形成、スクリーン印刷などによる厚膜印刷、塗布後焼き付など、様々な冶金的手段によって形成してもよい。さらに二つの合金板の接合には、例えば熱間静水圧成形法による拡散接合、熱間押し出しなど種々の手段が適用できる。また熱処理を施すことによって各層の微細組織を意識的に制御して、所望の特性を得ることもできる。

【0025】硬度の制御手段には以下に例示される種々の方法があるが、これらは、特に第一層、第二層とも同じ化学組成のものに適用すると有効である。例えば前文節までに述べた方法によって得られた複合接点の第一層だけを急熱・急冷し、第一層の残留応力を第二層のそれ

より大きくする方法、表面の第一層だけにショットブラスト加工を施して加工硬化する方法がある。また例えば以上述べた方法において、Ag合金板に熱間圧延や冷間圧延に加え熱処理を施す、いわゆるサーモメカニカルプロセス（熱加工処理）を行った後、内部酸化を行なって、第一層に第二層より微細な針状の酸化物粒子を析出させ、表面の硬度を高める方法がある。また例えば上述した圧延加工や熱間圧着の際に第一層と第二層の鍛練加工比を変えて行う方法がある。

10 【0026】（実施例1）表1の「化学組成」欄に示す第一層と第二層の二種の化学組成のAg合金を溶解・鑄造してインゴットを作製した。これらをそれぞれ粗加工した後、第一層と第二層のインゴットを重ね合わせ、アルゴン雰囲気中850℃で熱間ロールによって熱間圧着し、二層のAg合金からなる複合素材を作製した。得られた複合素材を熱間圧着と同じ条件下で予備加熱した後、最終的に全体の厚みの1/10の厚みとなるように薄い純Ag板を第一層とは反対側の第二層の面に熱間圧着した。その後さらに冷間圧延してフープ状素材とし、  
20 これを打ち抜いて、幅6mm、長さ8mm、厚み2.5mmの形状1と幅と長さが6mm、厚み2mmの形状2の二つの形状の複合接点チップを作製した。得られたチップを4気圧の酸素雰囲気中750℃で170時間保持して複合接点試片とした。得られた試片の第一層の厚みは表1の通りであり、Ag層の厚みは、各チップ厚みのほぼ1/10であった。

【0027】

【表1】

試料 番号	化学組成 (質量%)						平均硬度		第一層 の厚み ( $\mu\text{m}$ )
	第一層			第二層			第一層	第二層	
	Sn	In	その他	Sn	In	その他	(Hv)	(Hv)	
* 1	0.8	0.9	—	0.6	0.7	—	170	59	50
2	1.2	1.2	—	1.2	1.2	—	192	65	50
3	2.3	2.2	—	2.2	2.1	—	195	70	50
4	2.3	9.0	—	2.2	2.1	—	193	79	50
5	9.0	3.1	—	2.2	2.1	—	250	125	50
6	3.4	3.4	—	3.2	3.1	—	240	110	50
7	5.0	5.0	—	5.0	5.0	—	280	112	50
8	7.0	7.0	—	7.0	7.0	—	290	125	50
9	8.0	7.5	—	7.8	7.2	—	302	127	50
* 10	9.2	9.2	—	9.1	9.1	—	310	134	50
11	1.2	1.2	Sb	1.2	1.2	Sb	200	75	50
12	2.3	2.2	"	2.2	2.1	"	88	69	50
13	2.3	9.0	"	2.2	2.1	"	200	70	50
14	9.0	3.1	"	2.2	2.1	"	260	128	50
15	3.4	3.4	Ni	3.2	3.1	Ni	250	115	50
16	5.0	5.0	Ni	5.0	5.0	Ni	293	115	50
17	9.0	9.0	Bi	9.0	8.9	Bi	300	128	50
* 18	9.2	9.2	"	9.1	9.1	"	320	139	60
* 19	5.0	5.0	Sb他	5.0	5.0	Sb他	300	116	9
20	"	"	"	"	"	"	287	114	11
21	"	"	"	"	"	"	286	110	26
22	"	"	"	"	"	"	286	110	32
23	"	"	"	"	"	"	286	110	70
24	"	"	"	"	"	"	286	110	120
25	"	"	"	"	"	"	286	110	260
26	"	"	"	"	"	"	286	110	350
* 27	"	"	"	"	"	"	286	110	370
28	"	"	Sb他	5.0	5.0	Sb他	282	113	50
29	"	"	Sb他	5.0	5.0	Sb他	285	102	50
30	4.0	3.0	Ni他	4.0	3.0	Ni他	270	100	50
* 31	"	"	"	"	"	"	170	100	50
* 32	"	"	"	"	"	"	270	132	50
33	7.0	7.0	—	7.0	7.0	—	290	125	50
34	7.0	7.0	—	7.0	7.0	—	293	128	50
* 35	4.0	7.0	—	7.0	7.0	—	136	180	50
* 36	3.4	3.4	—	—	3.1	—	150	68	200

注) \*印は比較例である。試料 11 ないし 18 のその他成分 Sb、Ni、Bi の量は、いずれも 0.2 質量% である。また試料 19 ないし 27 の第一層・第二層の化学組成は、いずれも同じであり、その他の成分とその量は、両層とも質量%単位で Sb、Co、Zn がいずれも 0.1、Ni、Bi がいずれも 0.2 である。試料 28 のその他成分とその量は、質量%単位で Sb、Pb、Ni、Bi、Cu、Zn がいずれも 0.1、Ca が 0.2 である。試料 29 のその他成分とその量は、質量%単位で Sb、Ni、Ca、Bi、Co、Zn がいずれも 0.1、Pb が 0.5 である。試料 30 ないし 32 のその他成分とその量は、質量%単位で Ni、Zn がいずれも 0.2 である。なお第一・第二層の化学組成は、表に記載された成分以外の残部は、Ag および不可避的不純物からなる。

【0028】なお表 1 で試料 1 ないし 10 は、Sn および In の量を変化させ各層の硬度を制御した試料群、試料 11 ないし 18 は、Sn および In の量を変えらるとともに、これら以外のその他成分をさらに添加した試料群、試料 19 ないし 27 は、第一層の厚みを変化させた試料群である。また試料 28 ないし 34 は、第一・第二両層が同じ化学組成のものである。これらのものでは以下のようにして第一層の硬度を制御した。まず試料 28 ないし 33 は、第一層の圧延加工断面積比を第二層の 50% 増しとするとともに、第一層素材の圧延加工途中において同素材を真空中、450℃ で 30 分間焼鈍を行い、さらに内部酸化後に #120 のアルミナビーズによって第一層表面に投射圧 3 kgf/cm<sup>2</sup> で 3 分間ショットブラスト加工を加えた。

【0029】試料 34 は、圧延加工途中の焼鈍温度と時間をそれぞれ 750℃、5 時間とした以外は以上の試料と同じ条件で作製したものである。なお表 1 には記載しないが、試料 33 と 34 ではそれぞれ厚みが 190  $\mu\text{m}$ 、230  $\mu\text{m}$  の中間部が形成されていた。なお試料 35 は、開昭 61-114417 号公報、試料 36 は、特開昭 58-189913 号公報のそれぞれに記載され

た方法に準じて作製した試料である。すなわち試料 35 は、表 1 に記載の化学組成の第一層と第二層の Ag 合金を溶解鋳造後、熱間圧着・圧延した後、これを上記と同じ条件にて内部酸化したものである。また試料 36 は、表 1 に記載の化学組成の第一層と第二層の Ag 合金を溶解鋳造後、互いの二層の合わせ面上に水平な方向に 1 mm ピッチで幅 1 mm、深さ 0.5 mm の凹凸を形成して、その部分で凹部と凸部とを互いに噛み合わせた状態で熱間圧着し、その後圧延し、さらにこれを上記と同じ条件にて内部酸化したものである。以上の方法で作製した各試料の硬度と第一層の厚みは、前述の手順にて確認した。以上の結果を表 1 に示した。なお表には記載されていないが、試料 33、34 以外の試料の中間部の厚みは、いずれも 100  $\mu\text{m}$  未満であった。

【0030】次いで図 1 のような形状の固定側および可動側の電気銅製台金を準備し、形状 1 の電気接点を固定側台金に、形状 2 の電気接点を可動側台金にそれぞれ銀ロウ付けした。なお図において 1 は電気接点、2 は台金であり、a が固定側、b が可動側のそれぞれのアッセンブリーを示す。その後定格 AC 30 A フレームおよび 50 A フレームの二種のブレーカーに固定した。このよう

なブレーカーアッセンブリーを各試料番号の複合接点チップ対毎に各 5 台用意した。まず各試料の全てのアッセンブリーを使って、定格電流を 100 分間通電し初期の温度特性を確認した。次に 220V 負荷状態で、30A フレームの場合は 1.5KA の遮断電流で、50A フレームの場合は 5KA の遮断電流で、各々 1 台ずつのアッセンブリーを使って遮断試験を行い、耐溶着性を確認した。遮断試験後の温度特性は、その後引き続いて定格電流を 100 分間通電して遮断試験後の温度特性を確認した。過負荷試験は、初期温度特性を確認したアッセンブリーを使い、30A フレーム、50A フレームとも同定格電流の 5 倍の電流を流した状態で 5 秒間隔で開閉を 50 回繰り返す、その後上記初期確認時と同じ条件で過負荷試験後の温度特性を確認した。耐久試験は、初期温度\*

\*特性を確認したアッセンブリーを使い、30A フレーム、50A フレームとも同定格電流を流した状態で、5 秒間隔で開閉を 6000 回繰り返す、その後上記初期確認時と同じ条件で耐久試験後の温度特性を確認した。

【0031】なおこれらの一連の試験での評価は、30A・50A 両フレームの機種別の結果を総合して 5 段階評価し、表 1 の試料番号に対応させて 1～5 の段階番号にて表 2 に示した。段階番号の 1 と 2 はブレーカーとして使用不可レベル、3 以上は同使用可レベル、5 は特に優れた性能レベルに当たる。以下の実施例の場合も同様である。

【0032】

【表 2】

試料 番号	電気試験の結果 (5 段階総合評価)				
	耐溶着 特性	初期の 温度特性	過負荷試験 後温度特性	耐久試験 後温度特性	短絡試験 後温度特性
* 1	1	5	2	2	1
2	2	5	3	3	3
3	3	5	4	3	3
4	3	5	3	3	3
5	5	3	3	4	3
6	4	4	4	4	4
7	4	3	4	4	3
8	4	3	4	4	3
9	4	3	3	3	3
* 10	4	2	1	2	1
11	4	4	3	3	3
12	4	4	3	4	4
13	4	4	3	3	3
14	5	3	3	3	3
15	4	4	4	4	4
16	4	3	4	4	3
17	4	3	3	4	3
* 18	3	3	2	3	2
* 19	2	3	3	2	3
20	3	4	3	3	3
21	4	4	3	3	4
22	4	4	3	4	4
23	4	4	4	4	4
24	4	4	4	4	4
25	4	4	4	3	4
26	3	3	4	3	4
* 27	2	2	4	3	4
28	4	3	4	4	3
29	4	3	4	4	3
30	4	4	4	4	4
* 31	2	5	2	2	2
* 32	2	4	2	4	2
33	4	3	4	4	3
34	3	3	4	3	3
* 35	2	4	2	2	2
* 36	1	5	1	2	1

注) \*印は比較例である。

【0033】以上の結果から以下のことが分かる。

(1) 第一層、第二層とも Sn および In の量を 1～9 質量%の範囲内に制御し、JIS 規定のマイクロビッカース基準の硬度を第一層で 190 以上、第二層で 130 以下とし、さらに第一層の厚みを 10～360 μm の範囲内に制御した本発明の接点を用いたブレーカーは、上記総合評価において充分実用可能な範囲内にある。一方本発明範囲外の接点を用いたブレーカーは、総合評価に

おいて実用レベルに達していない。(2) Sn および In に加え Sb や Ni などの成分を少量含んだ場合でも同様のことが言える。(3) 特開昭 61-114417 号公報および特開昭 58-189913 号公報のそれぞれに記載された製法で作製した接点チップは、硬度レベルが本発明の範囲外となり、これらを組み込んだブレーカーアッセンブリーは、ともに一部の特性を除き総合的に実用レベルの性能が得られなかった。

【0034】（実施例2）表1の試料3、8および9と第一層・第二層の化学組成が同じ複合接点を作製した。第二層は実施例1同じ方法で作製し、その上に第一層を減圧プラズマ溶射法にて形成した。まず第二層と同じ化学組成のAg合金からなり、一方の面に薄い純Ag層を熱間圧着した実施例1と同じ二形状の素材を、実施例1と同様にして作製した。その後それぞれの素材を真空チャンパー内に純Ag層を裏面にして置き、表側の面上に以下のようにして第一層を形成した。まず表1の試料3、8および9の第一層と同じ化学組成であり、サブミクロンから2μmまでの粒度分布を有するAg合金プレアロイ粉末を原料として準備した。その後フィード用のキャリアガスとしてアルゴンガスを使い、用意したプレアロイ粉末を減圧プラズマ溶射法によって上記第二層の素材面に吹き付けて固着させ、第一層を形成した。なお溶射中には溶射ガンの先端を自動的に揺動させ、溶射される第一層が均質になるようにした。また第一・第二両層間の密着度を上げるため、溶射前に第一層の表面を予\*

試料 番号	化学 組成	平均硬度		電気試験の結果（5段階総合評価）				
		第一 層	第二 層	耐溶着 特性	初期の 温度特性	過負荷試験 後温度特性	耐久試験 後温度特性	短絡試験 後温度特性
		(mH <sub>v</sub> )						
37	試料3 に同じ	198	70	3	5	4	4	3
38	試料8 に同じ	295	125	4	3	4	4	3
39	試料9 に同じ	303	127	4	3	3	3	3

【0038】（実施例3）表1の試料1、2、4、5および6と両層の化学組成が同じ複合電気接点を作製した。第二層は実施例1同じ方法で形成し、その上に第一層を蒸着法にて形成した。まず第二層と同じ化学組成のAg合金からなり、一方の面に薄い純Ag層を熱間圧着した実施例1と同じ二形状の素材を、実施例1と同様にして作製した。その後それぞれの素材を真空チャンパー内に純Ag層を裏面にして置き、次いで表側の面上に以下のようにして第一層を形成した。まず表1の試料1、2、4、5および6の第一層と同じ化学組成のターゲットを用意した。真空チャンパー内の温度は、Snの再蒸発を防ぐため180℃に保ち、同圧力は、数Torr～数十Torrのアルゴンガス分圧に保持しつつ、上記ターゲットを使ってマグネトロンスパッタ法でこれを蒸着し、第二層の素材面に同ターゲットと同じ組成の第一層を形成した。なお第一・第二両層間の密着度を上げるた

\*めプラズマ炎に曝した。得られた複合化素材を実施例1と同じ条件で内部酸化した。いずれのチップも最終的な第一層の厚みは、50μmであり、純Ag層の厚みは、チップ総厚みの約1/10であった。

【0035】得られた接点チップの第一・第二両層の硬度ならびに第一層の厚みを実施例1と同様に確認した。その結果を表3に示す。なお表には記載されていないが、いずれの試料もその中間部の厚みは、100μm未満であった。実施例1と同様にしてこれらの接点チップを同型のブレーカーに組み付け、実施例1と同様の手順で電気試験を行った。その結果も合わせて表3に示す。

【0036】この結果から第一層を溶射法で形成する方法によっても、 casting法と第一・第二層の化学組成が同じであり、硬度が本発明範囲内の複合電気接点の製造が可能であること、さらにこの接点を使うことにより実用上優れたブレーカーの提供も可能であることが分かる。

【0037】

【表3】

め、蒸着前に第一層の表面を予め高周波によって発生させたイオンによりクリーニングした。得られた複合化素材を実施例1と同じ条件で酸化し、接点チップとした。いずれのチップも最終的な第一層の厚みは、50μmであり、純Ag層の厚みは、チップ総厚みの約1/10であった。

【0039】得られた接点チップの第一・第二両層の硬度ならびに第一層の厚みを実施例1と同様に確認した。その結果を表4に示す。なお表には記載されていないが、いずれの試料もその中間部の厚みは、100μm未満であった。実施例1と同様にしてこれらの接点チップを同型のブレーカーに組み付け、実施例1と同様の手順で電気試験を行った。その結果も合わせて表4に示す。

【0040】

【表4】

試料 番号	化学 組成	平均硬度		電気試験の結果（5段階総合評価）				
		第一 層	第二 層	耐溶着 特性	初期の 温度特性	過負荷試験 後温度特性	耐久試験 後温度特性	短絡試験 後温度特性
		(mHv)						
*40	試料1 に同じ	120	56	2	5	2	2	1
41	試料2 に同じ	196	63	3	4	3	4	3
42	試料4 に同じ	200	75	3	4	4	3	3
43	試料5 に同じ	260	122	5	3	3	5	3
44	試料6 に同じ	268	110	4	4	4	4	4

注) \*印は比較例。

【0041】この結果から第一層を蒸着法で形成する方法によっても、鋳造法と第一・第二層の化学組成が同じであり、硬度が本発明範囲内の複合電気接点の製造が可能であること、さらにこの接点を使うことにより実用上優れたブレーカーの提供も可能であることが分かる。

【0042】(実施例4)表1の試料2、3、7、19、20、22、24、26、27、30、31および32と第一・第二両層の化学組成が同じ複合電気接点の素材を実施例3と同じ手順で作製した。さらにこれら素材の第一層側の表面を上にしてショットブラストチャンバー内に配置した後、同表面のみを#120のアルミナビーズによって選択的にショットブラスト加工を施した。その際の条件は、通常のショットブラスト仕上げ加工時より投射圧を高くし、 $6\text{ kgf/cm}^2$ とし3分間投射した。その後実施例1と同じ条件にて内部酸化を行い、接点チップ試料とした。最終的なチップの組み合わせサイズは実施例1と同じであり、第一層の厚みはい\*

\*ずれも $50\mu\text{m}$ であり、純Ag層の厚みは、チップ総厚みの約 $1/10$ であった。

【0043】得られた接点チップの第一・第二両層の硬度ならびに第一層の厚みを実施例1と同様に確認した。その結果を表5に示す。実施例1と同様にしてこれらの接点チップを同型のブレーカーに組み付け、実施例1と同様の手順で電気試験を行った。その結果も合わせて表5に示す。

【0044】この結果から第一層を蒸着法で形成し、さらにその第一層の表面を加工硬化する方法によっても、鋳造法と第一・第二層の化学組成が同じであり、硬度が本発明範囲内の複合電気接点の製造が可能であること、さらにこの接点を使うことによって実用上優れたブレーカーの提供も可能であることも分かる。

【0045】

【表5】

試料 番号	化学 組成	平均硬度		電気試験の結果 (5段階総合評価)				
		第一 層	第二 層	面溶着 特性	初期の 温度特性	過負荷試験 後温度特性	耐久試験 後温度特性	短絡試験 後温度特性
		(mH.)						
45	試料2 に同じ	190	63	3	4	3	3	3
46	試料3 に同じ	193	69	3	5	4	3	3
47	試料7 に同じ	275	110	4	3	4	4	3
*48	試料19 に同じ	287	114	2	5	3	2	3
49	試料20 に同じ	287	114	3	4	3	3	4
50	試料22 に同じ	286	110	4	4	3	4	4
51	試料24 に同じ	286	110	4	4	4	4	4
52	試料26 に同じ	286	110	4	3	4	3	4
*53	試料27 に同じ	286	110	3	2	4	3	4
54	試料30 に同じ	267	100	4	4	4	4	4
*55	試料31 に同じ	170	100	2	5	2	2	2
*56	試料32 に同じ	270	134	2	4	2	4	2

注) \*印は比較例。

【0046】(実施例5)表1の試料7、16、21、23および28と両層の化学組成が同じ複合電気接点を

作製した。実施例1同様第一層と第二層の組成にて溶解鋳造し、これらインゴットの圧延材を熱熱間圧着した

後、第二層側に薄い純Ag層を熱間圧着し、さらにこれらを圧延加工しフープ素材とした。さらにこれらの素材を $10^{-5}$  Torr以下の真空中、300℃で2時間焼鈍した後、実施例1と同じ二形状に打ち抜いて複合化素材を得た。その後これら素材を実施例1と同じ要領にて内部酸化し、接点チップ試料とした。最終的なチップの組み合わせサイズは実施例1と同じであり、第一層の厚みはいずれも50μmであり、純Ag層の厚みは、いずれもチップ総厚みの約1/10であった。

【0047】得られた接点チップの第一・第二両層の硬度ならびに第一層の厚みを実施例1と同様に確認した。その結果を表6に示す。なお表には記載されていないが、いずれの試料もその中間部の厚みは、100μm未満\*

試料 番号	化学 組成	平均硬度		電気試験の結果 (5段階総合評価)				
		第一層	第二層	耐溶着 特性	初期の 温度特性	過負荷試験 後温度特性	耐久試験 後温度特性	短絡試験 温度特性
		(mH <sub>2</sub> )						
57	試料7 に同じ	278	110	4	3	4	4	3
58	試料16 に同じ	290	115	4	3	4	4	3
59	試料21 に同じ	286	110	4	4	3	3	4
60	試料23 に同じ	286	110	4	4	4	4	4
61	試料28 に同じ	284	110	4	4	4	3	4

【0050】(実施例6)表1の試料6と8と両層の化学組成が同じ複合電気接点を作製した。実施例1同様、第一層と第二層の組成にて溶解鑄造し、板状に圧延した。次いでこれら板材間の機密性を保持するため、予め張り合わせ部分をマイクロ溶接した後、800℃、大気中で加熱し、押し出し断面積比80にて熱間押し出し成形した。押し出しされた素材の第二層側に薄い純Ag層を実施例1と同じ条件で熱間圧着した。得られた素材をさらに圧延した後、実施例1と同じ二形状に打ち抜いて、複合化素材を得た。得られた素材を実施例1と同じ手順で内部酸化し、接点チップ試料とした。最終的な同チップの組み合わせサイズは実施例1と同じであり、第一層の厚みは、いずれも50μm、純Ag層の厚みは、いずれもチップ総厚みの約1/10であった。

【0051】得られた接点チップの第一・第二両層の硬※

試料 番号	化学 組成	平均硬度		電気試験の結果 (5段階総合評価)				
		第一 層	第二 層	耐溶着 特性	初期の 温度特性	過負荷試験 後温度特性	耐久試験 後温度特性	短絡試験 温度特性
(mH.)								
62	試料6 に同じ	241	110	4	3	4	4	4
63	試料8 に同じ	294	125	5	3	4	3	3

\*満であった。実施例1と同様にしてこれらの接点チップを同型のブレーカーに組み付け、実施例1と同様の手順で電気試験を行った。その結果も合わせて表6に示す。

【0048】この結果から鑄造法で作られ複合化されたAg合金素材を酸化処理前に比較的低い温度にて焼鈍することによって、鑄造法と第一・第二両層の化学組成が同じであり、硬度が本発明範囲内の複合電気接点の製造が可能であること、およびこの接点を使うことによって実用上優れたブレーカーの提供が可能であることが分かる。

【0049】

【表6】

※度ならびに第一層の厚みを実施例1と同様に確認した。

その結果を表7に示す。なお表には記載されていないが、いずれの試料もその中間部の厚みは、100μm未満であった。実施例1と同様にしてこれらの接点チップを同型のブレーカーに組み付け、実施例1と同様に電気試験を行った。その結果も合わせて表7に示す。

【0052】この結果から鑄造法で作製された複合化されたAg合金板材を二層張り合わせた後、熱間押し出し・圧延することによって、鑄造法と第一・第二層の化学組成が同じであり、硬度が本発明範囲内の複合電気接点の製造が可能であること、さらにこの接点を使うことによって実用上優れたブレーカーの提供も可能であることが分かる。

【0053】

【表7】

【0054】（実施例7）表1の試料8と15と第一・第二両層の化学組成が同じ複合電気接点を、粉末冶金法によって作製した。まずこれらに対応する化学組成のAg合金粉末をそれぞれ用意し、ロータリーキルン内で実施例1と同じ酸素雰囲気・温度条件で内部酸化した後、第一層および第二層が試料8と15と同じ組成の組み合わせとなるように、それぞれの粉末を型内に積層・充填して圧縮成形し、直径80mm、総高さ200mmの円柱状プリフォームを作製した。なおその際の第一層に相当する部分は、全体の1/10となるようにした。その後このプリフォームを800℃、アルゴンガス中で加熱し、直ちに熱間押し出し成形して板状にした。次いでこの押し出し体の第二層側の面に実施例1と同様にして薄い純Ag層を熱間圧着した。この素材をさらに圧延してフープ状として、実施例1と同じ二形状に打ち抜いて、電気接点チップ試料とした。最終的なチップの組み合わせサイズは実施例1と同じであり、第一層の厚み

は、いずれも50μm、純Ag層の厚みは、いずれもチップ総厚みの約1/10であった。

【0055】得られた接点チップの第一・第二両層の硬度ならびに第一層の厚みを実施例1と同様に確認した。その結果を表8に示す。なお表には記載されていないが、いずれの試料もその中間部の厚みは、100μm未満であった。実施例1と同様にしてこれらの接点チップを同型のブレーカーに組み付け、実施例1と同様に電気試験を行った。その結果も合わせて表8に示す。

【0056】この結果から粉末冶金法で作製された複合化接点でも、鋳造法と第一・第二層の化学組成が同じであり、硬度が本発明範囲内の複合電気接点の製造が可能であること、さらにこの接点を使うことによって実用上優れたブレーカーの提供も可能であることが分かる。

【0057】

【表8】

試料 番号	化学 組成	平均硬度		電気試験の結果 (5段階総合評価)				
		第一	第二	耐溶着	初期の	過負荷試験	耐久試験	短絡試験
		層	層	特性	温度特性	後温度特性	後温度特性	温度特性
		(mH <sub>v</sub> )						
64	試料8	290	125	4	3	4	4	3
に同じ								
65	試料15	247	113	3	4	4	4	4
に同じ								

【0058】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の電気接点は、SnとInを含む二層構造のAg合金からなり、表面に硬度の高い第一層、内部に同層より硬度の低い第二層を配し、さらに第一層の厚みが10～360μmの範囲内に制御されているため、従来Cd入りのAg合金でしか到達し得なかった優れた耐溶着特性と温度特性を兼ね備えた接点電気特性を有する。したがってCdフリー入りのAg合金からなる電気接点に代わって、ブレーカー用の接点として利用できる。さらに本発明によれば、以上の電気接点を用いたブレーカーを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の電気試験に用いた接点アッセ

ンブリーを模式的に示す図である。

【図2】本発明の電気接点の硬度曲線から各層の厚みを計量する方法を模式的に示す図である。

【符号の説明】

1、電気接点

2、台金

31、第一層の平均硬度レベルを示す線

32、第二層の平均硬度レベルを示す線

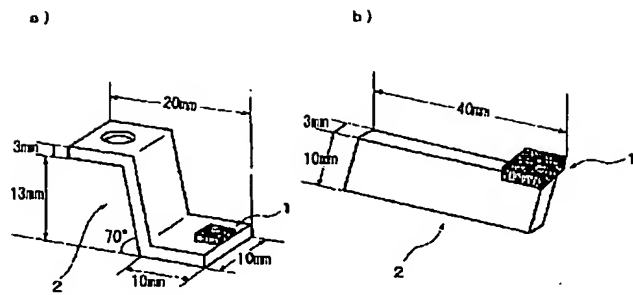
33、硬度レベル190を示す水平線

34、硬度レベル130を示す水平線

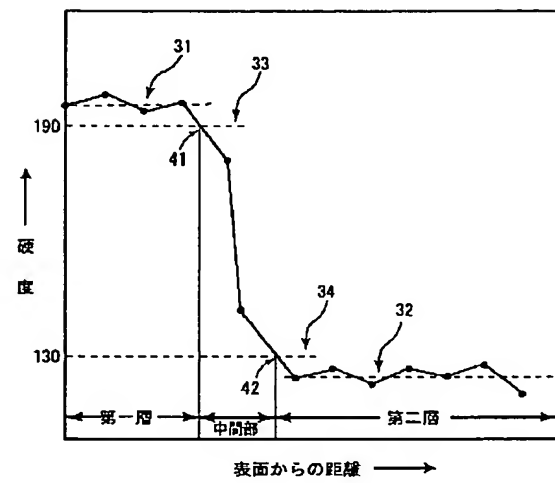
41、ビッカース硬度が190の水平線と硬度曲線との交点

42、ビッカース硬度が130の水平線と硬度曲線との交点

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5G030 AA04 AA08 XX00  
 5G050 AA01 AA08 AA11 AA15 AA19  
 AA29 AA40 AA53 DA03 DA04  
 FA01